



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CAMPUS II – AREIA-PB
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

**AÇÃO COMBINADA DA TORTA DE ALGODÃO E DE INOCULANTES
MICROBIANOS EM SILAGENS DE SORGO FORRAGEIRO**

GUILHERME MEDEIROS LEITE

**AREIA-PB
2019**

GUILHERME MEDEIROS LEITE

**AÇÃO COMBINADA DA TORTA DE ALGODÃO E DE INOCULANTES
MICROBIANOS EM SILAGENS DE SORGO FORRAGEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia, pela Universidade
Federal da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Edson Mauro Santos.

AREIA-PB
2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

G956a Leite, Guilherme Medeiros.

Ação combinada da torta de algodão e de inoculantes
microbianos em silagens de sorgo forrageiro / Guilherme
Medeiros Leite. - Areia, 2019.
35 f.

Orientação: Edson Mauro Santos.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Aditivos. 2. Microrganismos. 3. Perfil fermentativo.
4. Sorghum bicolor. I. Santos, Edson Mauro. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aprovada em **22/10/2019**.


**“AÇÃO COMBINADA DA TORTA DE ALGODÃO E DE
INOCULANTES MICROBIANOS EM SILAGEM DE SORGO”**


Autor: **GUILHERME MEDEIROS LEITE**

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Edson Mauro Santos
Orientador


Profª. Drª. Juliana Silva de Oliveira
Examinadora – DZ/CCA/UFPB


MSc. Hactus Souto Cavalcanti
Examinador – DZ/CCA/UFPB


Josemberto Rosendo da Costa
Secretário do Curso


Profª. Adriana Evangelista Rodrigues
Coordenadora do Curso

À Deus pelo discernimento, sabedoria e proteção em toda a minha caminhada. À minha família, que sempre me apoiam em minhas escolhas, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, por nunca me deixar fracassar, e sempre retirar forças para continuar a caminhada.

À Universidade Federal da Paraíba, ao Centro de Ciências Agrárias – Campus II, e ao corpo de funcionários dessa instituição, em especial, à Coordenação do Curso de Zootecnia e ao Departamento de Zootecnia, por todo o empenho e trabalho.

Aos meus pais, José Leite dos Santos Filho e Maria Gilvaneide Medeiros Leite, por sempre permanecerem ao meu lado, acreditarem em mim e me apoiarem nas minhas escolhas, segurando na minha mão e seguindo junto comigo. Ao meu irmão, Clemer José Medeiros Leite, à minha avó Maria da Paz Nóbrega, e à toda minha família, que sempre me ajudaram direta ou indiretamente. A todos vocês, a minha eterna gratidão e amor!

Aos meus professores de toda a minha jornada estudantil, por todos os ensinamentos e contribuições. São eles docentes das instituições: Centro de Ensino Infantil Cristiano Borges de Medeiros, Escola Municipal Francisco Quinino de Medeiros, Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Escola Estadual João Alencar de Medeiros e Universidade Federal da Paraíba, a todos vocês, o meu eterno agradecimento!

Ao meu Grupo de Estudos em Forragicultura (GEF), por todos os momentos de trabalho, produção e convivência, por todos os ensinamentos e oportunidades. Agradeço ao Professor Dr. Edson Mauro Santos e à Professora Dra. Juliana Silva de Oliveira, por abrirem as portas do GEF para mim, exercendo o papel de orientadores, pais e amigos muito bem, me fazendo crescer pessoalmente e profissionalmente. A todos os membros do GEF, o meu eterno agradecimento!

À minha orientadora de Monitoria, Professora Dra. Bruna Agy Loureiro, pela oportunidade de acompanhar a disciplina de Animais de Guarda, Estimação e Companhia, sendo monitor.

Agradeço a todos os meus amigos em nome da minha eterna amiga Dayanne Fernanda de Medeiros (*in memoriam*), por sempre aguentarem meus estresses e brincadeiras, e por estarem sempre comigo.

Aos colegas e amigos de classe, eterno 2015.1 de Zootecnia, desde 23 de março de 2015 convivendo juntos, por todas as brincadeiras, estudos, comemorações e brigas. Serei eternamente grato pela amizade de todos vocês: Andreza Marisa, Cynthia Cristiane, Daniele, Déborah Rodrigues, José Eduardo, Gabriela Cavalcanti, Ítalo Gabriel, Júlia

Leitão, Laíla Fionally, Larissa Candido, Luany Emanuelle, Natália Viana, Pedro Henrique, Ravena Evelyn, Ronaldo Gomes, Sérgio Fidelis e Ricardo Santos, pelos momentos de amizade e apoio.

Aos integrantes dos grupos de WhatsApp Catxorys, 15@ e Xuxa's, por todos os nossos momentos juntos, de descontração e companheirismo, levarei cada um de vocês comigo para sempre.

Aos amigos que fiz na Universidade Federal da Paraíba e em Areia – PB, vocês todos foram e são especiais, carregarei todos vocês comigo para onde eu for: Adailma Moura, Aianne Lira, Ana Cecília, Andressa Kamila, Bruna Silveira, Ellen Caroline, Fernando Melo, Gabriela Soriano, Gabriel Ferreira, Gabriel Gustavo, Geysillene Mary, Iva Carla, Jessyka Laura, Jocy Késsia, Jhonatan Feitosa, Larissa Moraes, Liliane Santana, Márcia Pereira, Maylane Santos, Natália Matos, Nathália Oliveira, Paloma Gomes, Pedro Borba, Rafael Lopes, Ranyelle Gomes, Thiago Moreira, Waldeana Mizael, Yathiaia Rolim e Yohana Corrêa.

Aos meus amigos e companheiros da República “A casa do gato”, morando juntos e dividindo alegrias e tristezas, sendo minha família em Areia, me ajudando e estando comigo sempre que precisei: Danillo Marte, Yasmim Marte, Francisco Naysson e Thiago Moraes.

“Os que semeiam entre lágrimas, colherão com alegrias.”

Salmos 126:5

RESUMO

O sorgo é uma gramínea tropical que apresenta grande adaptação a região Nordeste do Brasil e uma das mais cultivadas devido sua alta produtividade, destinando-se principalmente para a ensilagem, porém, possui excesso de carboidratos solúveis que resulta em problemas fermentativos, além de um elevado teor de umidade. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito de inoculantes microbianos e da inclusão da torta de algodão sobre o perfil fermentativo, microbiológico e estabilidade aeróbia da silagem. O cultivar utilizado foi o BRS Ponta Negra, colhido no estágio de grão pastoso, com teor de matéria seca de 27,85%. O delineamento utilizando foi o inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 2 x 4, (com e sem torta de algodão x sem inoculante; silagem inoculada com *Lactobacillus plantarum*; silagem inoculada com *Weissella cibaria* e silagem inoculada e combinada com os dois microrganismos), com quatro repetições. Os silos foram abertos aos 90 dias após a ensilagem. Houve efeito da inclusão de torta e de inoculantes ($P < 0,05$) para todas as variáveis analisadas. A inclusão da torta de algodão promoveu um tamponamento do meio, mantendo o pH das silagens adequado. Os tratamentos favoreceram a predominância das bactérias lácticas. Os valores de $N-NH_3$ indicam proteólise, porém, não comprometendo a qualidade das silagens. A utilização da *W. cibaria* e a inclusão da torta de algodão resultaram em maior estabilidade aeróbia. Dessa forma, conclui-se que a utilização da torta de algodão como aditivo na silagem de sorgo melhora o seu perfil fermentativo, microbiológico e aumenta a estabilidade aeróbia, reduzindo as perdas, além de corrigir o déficit proteico e o baixo teor de matéria seca. A utilização da *W. cibaria*, por ser uma cepa heterofermentativa, mostra-se mais eficiente que a inoculação do *L. plantarum*.

Palavras-Chave: Aditivos, Microrganismos, Perfil fermentativo, *Sorghum bicolor*.

ABSTRACT

Sorghum is a tropical grass that has great adaptation to the Northeast region of Brazil and one of the most cultivated due to its high yield, mainly destined for silage, but have excess soluble carbohydrates that results in fermentative problems, in addition to a high moisture content. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of microbial inoculants and include cottonseed cake on the fermentative, microbiological profile and aerobic stability of the silage. The cultivar used was BRS Noire, harvested at dough stage, with a dry matter content of 27,85%. The cultivar used was BRS Ponta Negra, harvested at the pasty grain stage, with a dry matter content of 27.85%. The experimental design was randomized in a 2 x 4 factorial scheme (no cotton cake x no inoculant; silage inoculated with *Lactobacillus plantarum*; silage inoculated with *Weissella cibaria* and silage inoculated and combined with two microorganisms) with four replications. The silos were opened at 90 days after ensiling. There was an effect of the inclusion of pie and inoculants ($P < 0,05$) for all variables analyzed. The inclusion of cotton cake promoted a buffering of the medium, maintaining the appropriate silage pH. The treatments favored the predominance of lactic bacteria. N-NH₃ values indicate proteolysis, however, not compromising silage quality. The use of *W. cibaria* and the inclusion of cottonseed cake resulted in greater aerobic stability. Thus, it is concluded that the use of cottonseed cake as an additive in sorghum silage improves its fermentative and microbiological profile and increases aerobic stability, reducing losses, in addition to correcting protein deficit and low dry matter content. The use of *W. cibaria*, being a heterofermentative strain, is more efficient than the inoculation of *L. plantarum*.

Keywords: Additives, Microorganisms, Fermentative profile, *Sorghum bicolor*.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Contagens microbianas e pH de silagens de sorgo com ou sem torta de algodão e inoculadas com *Lactobacillus plantarum*, *Weissella cibaria* e Combo (*L. plantarum* + *W. cibaria*) abertas aos 90 dias..... 23
- Tabela 2.** Perdas e nitrogênio amoniacal de silagens de sorgo com ou sem torta de algodão e inoculadas com *Lactobacillus plantarum*, *Weissella cibaria* e Combo (*L. plantarum* + *W. cibaria*) abertas aos 90 dias..... 25
- Tabela 3.** Estabilidade aeróbia de silagens de sorgo com ou sem torta de algodão e inoculadas com *Lactobacillus plantarum*, *Weissella cibaria* e Combo (*L. plantarum* + *W. cibaria*) abertas aos 90 dias 26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BAL	Bactérias produtoras do ácido lático
BDA	Batata dextrose ágar
BOD	Biochemical oxygen demand
EPM	Erro-padrão da média
g	Gramma
kg	Kilograma
H	Hora
ha-1	Hectare
LP	<i>Lactobacillus plantarum</i>
M	Metro
m-3	Metro cúbico
MFa	Massa de forragem na abertura
MFf	Massa de forragem na ensilagem (kg)
MFSf	Matéria seca da forragem na ensilagem (%)
MI	Mililitro
mm	Milímetro
MRS	Man, Rogosa e Sharpe
MS	Matéria seca
MSa	Teor de matéria seca na abertura (%)
MSf	Teor de matéria seca na ensilagem (%)
N-NH ₃	Nitrogênio amoniacal
PE	Perdas por efluentes
PG	Perdas por gases
pH	Potencial hidrogênio-iônico
PSA	Peso do silo na abertura (fechado)
PSF	Peso do silo na ensilagem (fechado)
RMS	Recuperação de matéria seca
rpm	Rotação por minuto
S	Peso do silo (kg)
SAa	Peso do silo vazio + areia na ensilagem (kg)
SAF	Peso do silo vazio + areia na abertura (kg)

T°	Temperatura
t	Tonelada
UFC	Unidade formadora de colônia
WC	<i>Weissella cibaria</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
%	Porcentagem
+	Mais (adição)
®	Marca Registrada
<	Menor

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 A CULTURA DO SORGO	15
2.2 LIMITAÇÕES DO SORGO PARA ENSILAGEM.....	15
2.3 INOCULANTES PARA ENSILAGEM DO SORGO	16
2.4 POTENCIAL DA TORTA DE ALGODÃO.....	18
3. METODOLOGIA.....	20
3.1 O EXPERIMENTO	20
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	20
3.3 MONTAGEM DO EXPERIMENTO.....	20
3.4 MENSURAÇÕES	21
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5. CONCLUSÕES.....	29
6. REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

De origem tropical, o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma gramínea bastante adaptada à região Nordeste do Brasil, por apresentar tolerância a seca e a baixa fertilidade do solo (PINHO et al., 2015). Possuindo um amplo mercado, ele é utilizado na alimentação animal como volumoso e grãos e como matéria-prima na indústria alimentícia, demonstrando sua importância econômica (RIBAS, 2003).

A Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2019), estimou a área de aproximadamente 653 mil hectares destinados a produção de sorgo na safra de 2017/2018, destacando a região Centro-Oeste, produzindo na safra de 2016/2017 um total de 1.864,8 mil toneladas. Segundo Buso *et al.* (2011) no contexto da agropecuária brasileira, seu cultivo vem ganhando destaque devido a facilidade quando comparado a outras espécies, além de apresentar uma produtividade de qualidade, boa digestibilidade e teores energéticos elevados.

Como alternativa para enfrentar os períodos de escassez de alimentos, a ensilagem vem sendo adotada para atenuar a sazonalidade produtiva, visando diminuir os impactos climáticos sobre a produção animal. Desta forma, para que o processo de ensilagem seja bem-sucedido, a planta deve possuir algumas características fundamentais para assegurar um adequado processo fermentativo, como teor de MS entre 30 e 35% e, no mínimo, entre 6 e 12% de carboidratos solúveis (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). Nesse sentido, de acordo com Pedreira et al. (2003), em estudo de diferentes híbridos de sorgo, algumas cultivares conseguem atender esses valores preconizados pela literatura para a ensilagem, porém, sofrendo variação de acordo com o estado fisiológico e idade da planta.

De forma geral, o sorgo apresenta valores de matéria seca (MS) e carboidratos solúveis diferentes da recomendação de McDonald, Henderson e Heron (1991), possuindo teor de MS abaixo de 30-35% além de possuir, mais de 12% de carboidratos solúveis. O baixo teor de MS ocorre em função do seu período de colheita, ocorrendo quando o grão atinge estágio leitoso ou pastoso (SANTOS *et al.*, 2018), sofrendo interferência também pelo período chuvoso ou pela irrigação, resultando em maiores perdas por efluentes devido ao alto teor de umidade da silagem.

O teor de carboidratos solúveis do sorgo é elevado, atendendo os valores mínimos preconizados, permitindo assim uma rápida acidificação do meio (DANIEL *et al.*, 2019). Essa rápida acidificação resulta em perdas, promovendo a multiplicação de leveduras, que produzem etanol a partir dos carboidratos solúveis e ácido lático, além de comprometer a

estabilidade aeróbia das silagens (SANTOS *et al.*, 2018). Para Fernandes *et al.* (2009), o sorgo apresenta ainda um baixo teor proteico, que associado à sua baixa capacidade tamponante, permite uma drástica redução do seu pH durante o processo fermentativo.

Na busca de solucionar os problemas da ensilagem do sorgo, aditivos vêm sendo utilizados para melhorar as características qualitativas das silagens. No entanto, tem se buscado aditivos capazes de absorver o excesso de umidade, aumentando o teor de MS, e que promovam um tamponamento adequado, para que a acidificação não seja brusca e que sane o déficit proteico desta cultura.

Para Dias *et al.* (2018) a torta de algodão apresenta-se como um potencial aditivo nutricional por ter alto teor de MS, proteína e lipídeos, tornando-se uma alternativa para corrigir os déficits do sorgo. No entanto, sua utilização na alimentação animal é restrita, por ser um subproduto do algodão, devido à presença do gossipol, tendo efeitos negativos sobre a reprodução e alimentação dos animais (CÂMARA *et al.*, 2015; GADELHA *et al.*, 2014). Por outro lado, é possível que a sua utilização como aditivo em silagens ácidas, minimizem os efeitos desse composto antinutricional através do processo fermentativo e das condições de pH.

De acordo com Filya e Sucu (2007), a utilização de inoculantes microbianos pode reduzir as perdas fermentativas, além de melhorar a estabilidade aeróbia das silagens, onde, de acordo com os autores, a utilização de cepas bacterianas heterofermentativas em seus estudos proporcionaram maior estabilidade aeróbia, além de controlar a proliferação de leveduras. Apesar disso, ainda necessitam de estudos testando a ação combinada de bactérias homofermentativas e heterofermentativas e aditivos nutricionais para correção dos problemas fermentativos e de estabilidade aeróbia do sorgo forrageiro.

Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito de inoculantes microbianos e da inclusão da torta de algodão sobre o perfil fermentativo, microbiológico, perdas na ensilagem e estabilidade aeróbia de silagens de sorgo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO SORGO

De origem Africana, o sorgo é uma gramínea pertencente à família Poaceae e ao gênero *Sorghum*, sendo uma forrageira bem adaptada ao clima tropical. No cenário agrícola mundial, vêm se expressando e ocupando lugar dentre as culturas mais produzidas (ALMEIDA *et al.*, 2015).

Devido as condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro, o sorgo possui potencial de cultivo na região, condigno à sua baixa exigência de fertilidade do solo e pela tolerância à seca, resistindo aos baixos índices pluviométricos (PINHO *et al.*, 2015). Em função dessas características, quando comparado ao milho, o cultivo do sorgo é considerado mais adequado para a região, correspondendo as maiores exigências hídricas e de fertilidade do solo do milho (CRUZ *et al.*, 2010).

Conforme as estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019) para março de 2019, o Brasil teria uma área destinada a plantação de sorgo de 784,7 mil hectares (ha), onde 60% das lavouras de sorgo do país estão nas regiões Centro-Norte e Centro-Sul, onde os produtores optam pelo cultivo do sorgo devido ao déficit hídrico da região nas últimas safras, exigindo menos água, em comparação ao milho. Grande parte dos produtores optam pela produção de silagem, objetivando garantir alimentação para os animais em períodos de escassez de alimentos. Estudando alguns híbridos de sorgo na Paraíba, Perazzo *et al.* (2017) relataram que a produção variou entre 9 e 17 t MS ha⁻¹, constatando o seu potencial produtivo.

Por possuir uma boa produção de matéria seca (MS) e um alto teor de carboidratos solúveis, o sorgo é uma forrageira desejável para ser ensilada (SANTOS e ZANINE, 2006). Semelhante ao milho, o sorgo é uma boa opção para o processo de ensilagem, por conta de sua rápida acidificação, resultando em um alimento de boa qualidade e aceitabilidade (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

2.2 LIMITAÇÕES DO SORGO PARA ENSILAGEM

Para assegurar um bom processo fermentativo recomenda-se que as plantas ensiladas atendam alguns requisitos básicos, como o teor de MS variando entre 30 e 35%, além de ter

entre 6 e 12% de carboidratos solúveis na MS (MCDONALD, HENDERSON, HERON, 1991).

Nesse sentido, Santos e Zanine (2006) e Pedreira et al. (2003) estudando diferentes híbridos de sorgo, constataram que os cultivares atendem os valores preconizados pela literatura para a ensilagem, no entanto, ocorrem variações de acordo com o estado fisiológico e idade da planta. A colheita do sorgo ocorre, normalmente, quando os grãos estão em estágio leitoso (SANTOS *et al.* 2018; PERAZZO *et al.* 2017) resultando em um menor teor de MS, consequentemente, mais úmido.

O baixo teor de MS resulta em maiores perdas por efluentes quando se ensila este material, influenciando diretamente na quantidade e qualidade da silagem produzida, Loures et al. (2002) relatam que as perdas por efluentes foram maiores nas silagens mais úmidas, ou seja, menor teor de MS.

O excesso de carboidratos solúveis presente no sorgo pode resultar em uma fermentação alcoólica, possibilitando uma faixa de pH que promova o desenvolvimento de leveduras, implicando em aumento das perdas fermentativas e a uma baixa estabilidade aeróbia após abertura do silo, principalmente porque o ácido láctico produzido e os carboidratos solúveis residuais são utilizados como substratos por microrganismos indesejáveis que deterioram a silagem (SANTOS *et al.*, 2018). Similarmente à cana-de-açúcar, o alto teor de carboidratos solúveis resulta em fermentação alcoólica na silagem, provocando aumento das perdas e necessitando de algum aditivo para diminuir estas perdas, de acordo com Ribeiro et al. (2010).

Conforme Fernandes et al. (2009), o sorgo apresenta baixo teor de proteína e baixo poder tampão, possibilitando uma rápida acidificação da massa através da atividade fermentativa, o que reduz drasticamente o pH, permitindo o desenvolvimento de leveduras. França et al. (2011) relataram em seus estudos que o baixo teor de MS possui alta resistência à queda de pH, verificando que a adição de doses de nitrogênio nas silagens de híbridos de sorgo manteve o pH em níveis adequados, aproximadamente em 4,2, mostrando que a inclusão de aditivos podem promover melhorias ao processo fermentativo do sorgo.

2.3 INOCULANTES PARA ENSILAGEM DO SORGO

De acordo com Silva *et al.* (2017) existem diversos tipos de inoculantes que são utilizados como aditivos nas silagens, os quais são classificados de acordo com a função que irá desempenhar, onde, um único aditivo pode ser encaixado em mais de uma classificação,

que podem ser inibidores da fermentação, estimulantes da fermentação, absorventes, inibidores da deterioração aeróbia e os nutricionais.

Ainda, de acordo com SIQUEIRA et al. (2007), os inoculantes microbianos estão sendo mais utilizados e são ferramentas importantes, devido seu grande potencial para reduzir a proteólise enzimática, o que resulta em maior produção de ácido lático e possibilita maior recuperação da MS.

Assim, os inoculantes de origem microbiana são utilizados em diversas silagens, melhorando seu processo fermentativo. E ao analisar o efeito de inoculantes microbianos comerciais em silagens de milho e sorgo, verifica-se que seu uso promove influência sobre o teor de MS da silagem de milho, decorrente do seu maior teor de MS original, apresentando menor teor de MS na silagem de milho sem inoculação, na qual, a silagem de sorgo não foi influenciada pelas inoculações.

Segundo Rodrigues et al. (2002), em seus estudos com inoculantes comerciais em silagens de sorgo, não observaram influência dos mesmos sobre o pH, teor de nitrogênio amoniacal e concentração de ácidos, com exceção do etanol, o qual aumentou em relação ao tratamento controle, resultando em uma menor estabilidade aeróbia, devido ao desenvolvimento de leveduras.

Uma das maneiras para atenuar os efeitos negativos é através da inoculação bacteriana, utilizando-se principalmente cepas heterofermentativas, que produzem ácido lático e ácido acético, onde, o ácido acético, possui efeito antifúngico e controla o desenvolvimento de leveduras (TAYLOR; KUNG JR, 2002; WILKINSON; DAVIES, 2013).

Diferentemente das gramíneas tropicais, o sorgo apresenta excesso de carboidratos solúveis, os quais irão facilitar a acidificação da massa ensilada (ZANINE *et al.*, 2010). Em contrapartida, para ensilar o sorgo é necessário um aditivo tamponante e absorvente de umidade, controlando os problemas da rápida acidificação e da alta umidade.

Santos et al. (2018) avaliando a inclusão de ureia na silagem de sorgo verificou que a inclusão promoveu aumento no pH e resultou em uma menor quantidade de leveduras na contagem microbiana, atuando como um tamponante por controlar a queda de pH da silagem. O uso da ureia como inoculante, além de promover o efeito tamponante, melhorou os valores nutricionais da silagem por ser uma fonte proteica, porém, não possuindo efeito absorvente para reter o excesso de umidade do sorgo.

Aditivos absorventes além de aumentar o teor de MS da silagem, diminuem as perdas por efluentes, podendo contribuir com outras finalidades, como melhorar a fermentação através do fornecimento de substratos para as bactérias produtoras do ácido lático (BAL),

como nos estudos de Zanine et al. (2010). Avaliando a inclusão do farelo de algodão na silagem de capim elefante, Viana et al. (2013) verificaram que à medida que aumentava o nível de inclusão, as perdas por efluentes foram reduzidas e o teor de MS aumentou, atingindo os valores recomendados.

2.4 POTENCIAL DA TORTA DE ALGODÃO

Para Gadelha *et al.* (2014) o algodão (*Gossypium hirsutum*) é uma das culturas mais cultivadas mundialmente possuindo grande importância econômica por ser utilizado na indústria têxtil, sendo cultivado em diversos países. Em função disso, o algodão é utilizado como matéria-prima para a fabricação de roupas, gerando vários subprodutos, como o caroço do algodão. Este, por sua vez, é reaproveitado em outros processos industriais e é destinado à diversos mercados, como a alimentação humana (óleo de algodão) e na alimentação animal, como a torta de algodão. A torta de algodão é obtida através do tratamento mecânico de prensagem do caroço, sendo um ingrediente rico em proteína e lipídios (ROGERS; POORE; PASCHAL, 2002).

De acordo com Silva et al. (2016), por ser um alimento concentrado apresenta alto teor de MS. Assim, a torta de algodão é um potencial aditivo para utilização na silagem de sorgo, além de ser um ingrediente rico em proteína. Sua utilização é uma alternativa ao uso de outros ingredientes, como a soja, possibilitando uma produção animal menos onerosa. Para Dias *et al.* (2018), a utilização da torta de algodão, quando misturada ao sorgo, pode possibilitar obter um maior teor de MS em função da torta, conseguindo atingir os valores preconizados por (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

Por se tratar de um concentrado proteico, a torta de algodão pode promover um tamponamento na silagem de sorgo durante a fermentação. Corroborando com isso, Santos et al. (2018) verificaram o efeito tamponante em seus estudos com fontes nitrogenadas, utilizando a ureia em diferentes níveis de inclusão na silagem de sorgo.

Atuando de maneira a corrigir o déficit proteico e aumentar o teor de MS da silagem de sorgo, a inclusão ideal da torta de algodão deve ser estudada para recomendar o nível ótimo da mistura. Por ser um subproduto do algodão, possui um fator antinutricional denominado gossipol, que é um composto fenólico produzido por glândulas presentes na planta do algodão. Essa substância atua negativamente sobre a nutrição e reprodução dos animais por formar complexos entre proteína e minerais da dieta além de causar

malformações fetais, interferir na gametogênese e causar toxidez hepática (GADELHA *et al.*, 2014; NAGALAKSHMI *et al.*, 2007).

A acidificação do meio pelas BAL pode promover a inativação do gossipol, visto que a presença de várias substâncias no meio tende a inativar o gossipol, pois o mesmo reage facilmente com substâncias ácidas (PELITIRE; DOWD; CHENG, 2014; RAMOS *et al.*, 2011). Dessa maneira, a utilização da torta de algodão como aditivo pode promover melhorias na ensilagem de sorgo como também pode-se resolver o problema do gossipol por meio da ensilagem, obtendo-se então características desejáveis para o processo quando se combina estes alimentos.

3. METODOLOGIA

3.1 O EXPERIMENTO

Foi utilizado o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) cultivar BRS Ponta Negra, cultivado na cidade de Barra de Santana - PB, latitude 07° 31' 13" S, longitude 35° 59' 59" W, altitude 350 m. As sementes foram plantadas em densidade de plantio de 74.100 sementes por hectare e espaçados com 0,8 m entre fileiras. Com base na análise de solo, não se fez necessário correção de acidez nem aplicação de adubos. A colheita do sorgo foi realizada no estágio de grão pastoso e transportado até o Laboratório de Forragicultura, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – Campus II, para a ensilagem.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 2 x 4 (combinações entre sorgo, torta de algodão e as cepas microbianas, arranjos da seguinte forma: sorgo; sorgo + 20% de torta; sorgo + *Lactobacillus plantarum* (LP); sorgo + 20% de torta + LP; sorgo + *Weissella cibaria* (WC); sorgo + 20% de torta + WC; sorgo + combo (*Lactobacillus plantarum* e *Weissella cibaria*) e sorgo + 20% de torta + combo), com quatro repetições por tratamento. Utilizou-se 20 % de torta de algodão com base na matéria natural.

3.3 MONTAGEM DO EXPERIMENTO

Os microrganismos passaram por três ativações sucessivas em caldo MRS, a 37°C por 24 h, aplicando-se uma dose de 10⁵ unidades formadoras de colônia por grama de matéria natural ensilada. Nos tratamentos sem inoculante foi aplicada água destilada no mesmo volume da solução de inoculante aplicada.

Os silos experimentais foram confeccionados com tubos de PVC possuindo 20 cm de diâmetro e 30 cm de altura, sendo vedados com tampas de PVC. Na parte superior de cada silo, foi adaptada uma válvula tipo Bunsen, visando a eliminação dos gases produzidos durante a fermentação. Foi adicionada 1 kg de areia nos silos com tecido TNT para separar a

areia da silagem, permitindo assim a drenagem dos efluentes. Os silos foram abertos 90 dias após a ensilagem.

A forragem foi moída em ensiladeira estacionária com partículas de aproximadamente 2 mm, seguindo-se da mistura com a torta de algodão e inoculantes conforme cada tratamento. Após isso, o material foi prensado nos silos experimentais com bastões de madeira até atingir a densidade de 500 kg m⁻³.

3.4 MENSURAÇÕES

No dia da ensilagem e após a abertura dos silos aos 90 dias, o material da superfície foi descartado e o restante foi homogeneizado manualmente realizando-se a amostragem para as análises de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃), perfil microbiano, cálculo das perdas na ensilagem e estabilidade aeróbia.

As mensurações do pH foram realizadas com auxílio de um potenciômetro, utilizando-se amostras de 25g com 100 mL de água destilada seguindo de repouso por 1 hora. As amostras do dia da ensilagem (dia 0) foram feitas em duplicata, enquanto no dia da abertura as amostras foram analisadas conforme o número de repetições de cada tratamento abertura (Bolsen *et al.*, 1992).

Para determinar o nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foi utilizado 5,6 mL de ácido sulfúrico diluído em 1 litro de água destilada (valor ajustado de acordo com a densidade e volume descrito no rótulo do reagente). Dessa solução, foram adicionados 100 mL em 12,5 gramas de amostra fresca da silagem, mantidos em potes plásticos com tampa, durante 48 horas, em temperatura ambiente e caixa fechada. Foi realizada a filtração do material com auxílio de peneiras, pipetando 1,5 mL do extrato em 2 eppendorfs. O material foi submetido à centrifugação (13.000 rpm por 10 minutos), onde, posteriormente, realizou-se a retirada do sobrenadante, mantendo o pellet, conforme Vieira (1980).

Para a análise de microbiologia foram utilizados meios seletivos, em que o MRS ágar adicionado de ácido acético é usado para contagem das bactérias ácido lácticas (BAL) após 48 h de incubação e; BDA (batata dextrose ágar) acidificado com 1% de ácido tartárico para contagens de mofos e leveduras após 72 h, ambos incubados em BOD à 30°C. Foram pesados 10g de silagem fresca, agitando manualmente e seguindo-se de diluições em série variando de 10⁻¹ a 10⁻⁶. Após isso, realizou-se o plaqueamento de cada repetição experimental em duplicata para cada meio de cultura. As placas com unidades formadoras de colônia (UFC)

variando de 30 a 300 foram contadas, onde a diferenciação dos mofos e leveduras foi feita por meio de características morfológicas das colônias.

O peso dos silos foi contabilizado para determinar as perdas por gases, efluentes e recuperação de matéria seca, sendo quantificados por diferenças de peso conforme as equações abaixo (ZANINE *et al*, 2010):

PG: $(PSF - PSA)/(MFf \times MFSf) \times 100$, onde PG = perda por gases (%MS); PSF = peso do silo na ensilagem (fechado) (kg); PSA = peso do silo na abertura (fechado); MFf = massa de forragem na ensilagem (kg); MFSf = matéria seca da forragem na ensilagem (%);

PE: $(SAf - S) - (SAa - S)/MFf \times 100$, onde PE = perdas por efluentes; SAf = peso do silo vazio + areia na abertura (kg); SAa = peso do silo vazio + areia na ensilagem (kg); S = peso do silo (kg); MFf = massa de forragem na ensilagem (kg);

RMS = $(MFa \times MSa)/(MFf \times MSf) \times 100$, onde RMS = recuperação de matéria seca (%); MFa = massa de forragem na abertura (kg); MSa = teor de MS na abertura (%); MFf = massa de forragem na ensilagem (kg); MSf = teor de MS na ensilagem (%).

Para determinação da estabilidade aeróbia, foram coletadas amostras de 2 kg de silagem tomadas no momento da abertura dos silos e realocadas em silos limpos, sem necessidade de compactação. Dois termômetros foram acoplados no centro geométrico da massa de cada silo e a temperatura foi registrada a cada 30 minutos. A temperatura ambiente foi registrada por um termômetro acoplado entre os silos, controlando-se a temperatura ambiente para 25°C. A estabilidade aeróbia foi calculada como sendo o número de horas até a massa ensilada permanecer acima de 2°C em relação à temperatura ambiente (TAYLOR; KUNG JR, 2002).

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando-se o pacote estatístico SAS®.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição de torta de algodão promoveu o tamponamento do pH quando comparada com as demais silagens de sorgo, independentemente de serem inoculadas (Tabela 1). Verifica-se que as silagens apresentaram pH mais ácido sendo diferente entre os tratamentos ($P<0,05$). Com a utilização da torta de algodão, a acidificação da massa ensilada foi menor, encontrando-se na faixa de pH considerada ideal, que é de 3,8 a 4,2 (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

Tabela 1. Contagens microbianas e pH de silagens de sorgo com ou sem torta de algodão e inoculadas com *Lactobacillus plantarum*, *Weissella cibaria* e Combo (*L. plantarum* + *W. cibaria*) abertas aos 90 dias.

Tratamentos	BAL ¹	Mofos ²	Leveduras ³	pH
Controle⁴				
Sorgo	5,38 _c	3,06 ^a	4,04 ^a	3,48 _c
Sorgo + 20% Torta	6,27 _b	3,88 ^a	0,00 _c	3,99 ^a
<i>L. plantarum</i>				
Sorgo	5,37 _c	3,18 ^a	2,84 ^a	3,45 _c
Sorgo + 20% Torta	5,26 _c	3,00 ^a	3,84 ^a	3,87 _b
<i>W. cibaria</i>				
Sorgo	4,80 _c	0,61 _b	3,89 ^a	3,45 _c
Sorgo + 20% Torta	6,91 _a	3,10 ^a	1,66 _b	3,96 ^a
Combo				
Sorgo	4,41 _c	2,15 ^a	3,65 ^a	3,48 _c
Sorgo + 20% Torta	7,40 _a	2,97 ^a	4,12 ^a	3,88 _b
EPM	0,27	0,31	0,53	0,03

Fonte: Elaboração própria, 2019.

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna tem diferença significativa pelo teste de Tukey ($P<0,05$). EPM: erro-padrão da média. ¹BAL = bactérias ácido lácticas, log UFC/g de silagem fresca. ²Mofos, log UFC/g de silagem fresca. ³Leveduras, log UFC/g de silagem fresca. ⁴Controle = Silagens não inoculadas.

Em relação à microbiologia das silagens, percebe-se que a presença das BAL maior nas silagens com pH mais alto. Este efeito pode ser decorrente do efeito tamponante promovido pela torta de algodão, disponibilizando nitrogênio para o desenvolvimento das BAL, possibilitando um aumento da população das BAL, produzindo mais ácido lático para tentar acidificar o meio, além do que a torta de algodão pode ter disponibilizado nitrogênio para o desenvolvimento das BAL. Relacionando-se à isso, verifica-se que, independentemente

das cepas utilizadas, o pH das silagens utilizando a torta de algodão como inoculante encontram-se dentro da faixa preconizada, evidenciando o potencial da torta de algodão como um aditivo inibidor da fermentação, promovendo o tamponamento e regulando a queda do pH.

Este fato é comprovado no tratamento sorgo + 20% torta, não ocorrendo desenvolvimento de leveduras, seguido do tratamento sorgo + 20% torta + WC com 1,66 log UFC g⁻¹ de silagem (Tabela 1). Nos demais tratamentos, a elevada produção de ácido láctico, principalmente pela inoculação com *L. plantarum* e no combo, resultou em contagens altas de leveduras, os quais utilizam carboidratos solúveis residuais e o ácido láctico produzido, favorecendo seu crescimento (PAHLOW *et al.*, 2003).

A torta de algodão possui efeito tamponante, retardando a redução do pH e evitando a rápida acidificação da silagem, dificultando a proliferação de leveduras, as quais necessitam de meio ácido para se tornarem predominantes na massa ensilada.

Por se multiplicarem em meios aeróbios e anaeróbios, as leveduras promovem a deterioração aeróbia nas silagens, sendo favorecidos em faixa de pH menor que 3,5, os quais favorecem o desenvolvimento de outros grupos microbianos, como os mofo, que são estritamente aeróbicos (MUCK, 2010).

Com relação às perdas na ensilagem, houve efeito significativo ($P < 0,05$) para as variáveis de perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE) e recuperação de matérias seca (RMS) (Tabela 2). Em todos os tratamentos contendo torta de algodão foram observadas menores perdas por gases, devido a predominância de fermentação láctica em detrimento da fermentação alcóolica. O ácido láctico é o que promove maior conservação da energia, resultando em menores perdas. Este resultado é justificado ainda pelo pH das silagens (Tabela 1), pois o substrato necessário para produção do ácido láctico encontra-se prontamente disponível e em altas concentrações, favorecendo maior desenvolvimento desses microrganismos.

Tabela 2. Perdas fermentativas, recuperação de matéria seca e nitrogênio amoniacal de silagens de sorgo com ou sem torta de algodão e inoculadas com *Lactobacillus plantarum*, *Weissella cibaria* e Combo (*L. plantarum* + *W. cibaria*) abertas aos 90 dias.

Tratamentos	PG (%MS)	PE (kg t ⁻¹)	RMS (%)	N-NH ₃ (%)
Controle				
Sorgo	0,99 _b	67,34 ^a	84,24 _c	0,12 _b
Sorgo + 20% Torta	0,71 _c	5,63 _b	96,96 ^a	0,23 ^a
<i>L. plantarum</i>				
Sorgo	0,98 _b	65,60 ^a	91,11 _b	0,11 _b
Sorgo + 20% Torta	0,55 _c	3,81 _b	97,64 ^a	0,16 _b
<i>W. cibaria</i>				
Sorgo	1,01 _b	69,65 ^a	92,50 _b	0,11 _b
Sorgo + 20% Torta	0,72 _c	1,73 _b	97,35 ^a	0,21 ^a
Combo				
Sorgo	1,70 ^a	63,06 ^a	91,32 _b	0,12 _b
Sorgo + 20% Torta	0,55 _c	2,77 _b	97,74 ^a	0,18 ^a
EPM	0,13	1,55	0,50	0,02

Fonte: Elaboração própria, 2019

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna tem diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05). PG: perdas por gases, em % de MS; PE: perdas por efluentes, em kg t⁻¹; RMS: recuperação de matéria seca, em %; N-NH₃: nitrogênio amoniacal, em %N-NH₃ na MS.

Ainda com relação as PE, nota-se que diminuíram quando se adicionou torta de algodão, o que, conseqüentemente, aumentou a RMS. Esse efeito pode ser confirmado pelo alto teor de MS da torta de algodão, resultando em aumento na MS da massa ensilada, deixando seu teor de MS dentro da faixa considerada adequada para silagens com bom perfil fermentativo, entre 30 e 35%, de acordo com McDonald, Henderson e Heron (1991). Pedroso et al. (2000) em seus estudos com inoculação de cepas bacterianas na silagem de sorgo, relataram que a inoculação das cepas promoveu pequenas alterações nos valores de RMS e N-NH₃, considerando adequados os processos de fermentação e produção da silagem.

Santos et al. (2018), em estudos com adição de ureia na silagem de sorgo, observaram que os valores de PG, PE e RMS foram afetados pelo alto teor de umidade do sorgo, o qual os níveis de inclusão de ureia não afetaram as perdas.

Existiu interação para os valores de nitrogênio amoniacal nos tratamentos aditivados com a torta de algodão, com exceção do tratamento inoculado com *L. plantarum*. As silagens

com torta apresentaram maior proteólise que as silagens sem a inclusão da torta, devido ao maior conteúdo proteico deste ingrediente. Apesar de ter ocorrido proteólise durante o processo fermentativo, os valores encontrados no presente estudo não afetam as características qualitativas da silagem, visto que ficaram de acordo com o recomendado por McDonald et al. (1991) para silagens bem fermentadas.

Segundo Santos e Zanine (2010), os valores de N-NH₃ possuem estreita relação com o aparecimento de *Clostridium* na silagem, que tem como faixa de pH ideal acima de 5,0. Desse modo, a faixa de pH das silagens (Tabela 1) do presente estudo não favoreceu a presença desses microrganismos na silagem, refletindo em uma baixa atividade proteolítica.

Houve diferenças entre os tratamentos ($P < 0,05$) para os valores de estabilidade aeróbia, os quais são apresentados na Tabela 3, após abertura aos 90 dias das silagens.

Tabela 3. Estabilidade aeróbia de silagens de sorgo com ou sem torta de algodão e inoculadas com *Lactobacillus plantarum*, *Weissella cibaria* e Combo (*L. plantarum* + *W. cibaria*) abertas aos 90 dias.

Tratamentos	Tempo ¹	T. máx ²
Controle³		
Sorgo	54,37 _b	32,12 ^a
Sorgo + 20% Torta	64,75 ^a	28,12 _c
<i>L. plantarum</i>		
Sorgo	48,12 _b	31,62 ^a
Sorgo + 20% Torta	51,75 _b	33,75 ^a
<i>W. cibaria</i>		
Sorgo	60,00 _a	34,12 ^a
Sorgo + 20% Torta	65,37 ^a	30,75 _b
<i>Combo</i>		
Sorgo	56,12 _b	33,12 ^a
Sorgo + 20% Torta	52,62 _b	34,00 _a
EPM	2,26	0,69

Fonte: Elaboração própria, 2019.

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna tem diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). EPM: erro padrão da média ¹Tempo necessário (horas) para as silagens apresentarem quebra da estabilidade aeróbia (temperatura acima de 2°C em relação à temperatura ambiente). ²Temperatura máxima (°C) do primeiro pico de aquecimento das silagens num período de 96 horas mantidas em temperatura ambiente de 25 °C.

As bactérias utilizadas como inoculantes são caracterizadas por serem homo e heterofermentativas, possuindo principalmente a capacidade de produção de ácido lático no

caso das homofermentativas, enquanto as heterofermentativas produzem outros ácidos, como o ácido acético. Este ácido orgânico tem potencial antifúngico quando presente na massa ensilada, garantindo assim um maior tempo de exposição ao ar. Este efeito pode ser observado nos tratamentos contendo a *W. cibaria*, pois esta possui produção de ácido acético considerável a partir dos 60 dias (FUSCO *et al.*, 2015).

A inoculação com *W. cibaria* diferiu significativamente dos tratamentos com *L. plantarum* e do combo, pois as leveduras oxidam os carboidratos solúveis residuais como também o ácido lático produzido na fermentação, além do pH acidificado favorecer o seu crescimento, resultando em baixa estabilidade aeróbia (PAHLOW *et al.*, 2003).

O maior efeito da *W. cibaria* provavelmente está ligado à sua produção de ácido acético, o qual promove um maior tempo da silagem exposta ao ar, reduzindo a deterioração aeróbia. Esse efeito é possível por causa da sua atividade heterofermentativa, o qual utiliza os carboidratos solúveis da forragem para produzir ácido lático, e a partir do ácido lático, ocorre a conversão em ácido acético, resultando em uma proliferação de fungos e leveduras menor, implicando em um maior tempo exposto ao ar sem que deteriore as propriedades da silagem (MUCK, 2010; PAHLOW *et al.*, 2003).

Para Rodrigues *et al.* (2002), em estudos com inoculantes comerciais a base de *L. plantarum*, observaram que seu uso promoveu uma alta produção de ácido lático, porém, por ser homofermentativa, a produção de ácido acético foi baixa, e associando à característica do sorgo de baixo pH, favoreceu a proliferação de leveduras. Essa característica, após a abertura, promoveu adaptação das leveduras para iniciar fermentações secundárias, associando à baixa estabilidade da silagem, corroborando assim com os resultados obtidos, onde as silagens inoculadas com *L. plantarum* tiveram menor estabilidade aeróbia.

Já Pedroso (2003) e Siqueira *et al.* (2007) ao estudarem o efeito da adição proteica em silagens, observaram que a proteína possui efeito alcalino, promovendo uma lenta queda de pH durante o processo fermentativo, caracterizando-se como um tamponante. A adição da torta de algodão, caracterizada por ser um ingrediente proteico, comportou-se como um tamponante na silagem, evitando que seu meio acidificasse rapidamente, segurando o pH em uma faixa considerada ideal para a proliferação de microrganismos desejáveis, como as bactérias produtoras do ácido lático, explicando o efeito da estabilidade aeróbia no tratamento controle.

A utilização do combo consiste em um crescimento linear e paralelo das cepas homofermentativas e heterofermentativas, onde as cepas homoláticas utilizam dos carboidratos solúveis como substrato, produzindo ácido lático, e as cepas heterofermentativas,

além dos carboidratos solúveis, utilizam o ácido láctico produzido como substrato, resultando em ácido láctico e outros ácidos orgânicos, como o ácido acético. Porém, para que esse efeito seja observado, deve ocorrer o desenvolvimento paralelos das cepas. Observa-se que a combinação não transcorreu como o esperado, visto que as silagens inoculadas com o combo não promoveram melhorias na estabilidade aeróbia, promovendo a predominância apenas das BAL.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que a utilização da torta de algodão como aditivo na silagem de sorgo melhora o seu perfil fermentativo, microbiológico e aumenta a estabilidade aeróbia, minimizando as perdas, além de corrigir o déficit proteico e o baixo teor de matéria seca. A utilização da *Weissella cibaria*, por ser uma cepa heterofermentativa, é mais eficiente que a inoculação do *Lactobacillus plantarum* e o combo.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. F. *et al.* **Avaliação da produtividade de híbridos de sorgo granífero na safrinha 2014 em Jataí-GO. Univap - Inic**, São José dos Campos - SP, p.1-4, 2015.

BOLSEN, K.K. *et al.* Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.11, p.3066-83, 1992.

BUSO, W. H. D. *et al.* Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 23, Ed. 170, Art. 1145, 2011.

CÂMARA, A. C. L. *et al.* Toxicity of gossypol from cottonseed cake to sheep ovarian follicles. **PLoS ONE**, v. 10, n. 11, p. 1–11, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 13 de julho de 2019.

DANIEL, J. L. P. *et al.* **Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil**. Grass and Forage Science, February, p. 1–13, 2019.

DIAS, E. C. B. *et al.* Nutritive value of elephant grass silage added with cottonseed cake in diet for sheep. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 50, n. 2, p. 321–328, 2018.

FERNANDES, F.E.P. *et al.* Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2111-2115, 2009.

FILYA, I.; SUCU, E. The effect of bacterial inoculants and a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of whole-crop cereal silages. Asian-Australasian **Journal of Animal Sciences**, v. 20, n. 3, p. 378–384, 2007.

FRANÇA, A. F. S. *et al.* **Características fermentativas da silagem de híbridos de sorgo sob doses de nitrogênio**. Ciência Animal Brasileira, Goiânia, v. 12, n. 3, p.383-391, 2011.

FUSCO, Vincenzina *et al.* The genus *Weissella*: Taxonomy, ecology and biotechnological potential. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, n. MAR, 2015.

GADELHA, I. C. N. *et al.* Gossypol toxicity from cottonseed products. **Scientific World Journal**, v. 2014, n. Figure 1, p. 4–6, 2014.

LOURES, D.R.S. *et al.* Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagens de capim-Elefante sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 32, n. 6, p.1851-1858, 2002.

MCDONALD, P; HENDERSON, A.R; HERON, S.J.E. The biochemistry of silage (2nd edn). **Marlow Bottom: Chalcombe Publications**, eds, 1991.

MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. suppl spe, p. 183–191, 2010.

NAGALAKSHMI, D. *et al.* Cottonseed meal in poultry diets: A Review. **The Journal of Poultry Science**, v. 44, p. 119–134, 2007.

OLIVEIRA, L.B. *et al.* Produtividade, composição química e características agronômicas de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 39, n. 12, p.2604-2610, 2010.

PAHLOW, G. *et al.* Microbiology of Ensiling. **Agronomy**, v. 42, p. 31–94, 2003.

PEDREIRA, M.S. *et al.* Características agronômicas e composição química de oito híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1083-1092, 2003.

PELITIRE, S. M.; DOWD, M. K.; CHENG, H. N. Acidic solvent extraction of gossypol from cottonseed meal. **Animal Feed Science and Technology**, v. 195, p. 120–128, 2014.

PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)** 2003. 122f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura/USP, Piracicaba, 2003.

PEDROSO, A.F.; FREITAS, A.R.; SOUZA, G.B. Efeito de inoculante bacteriano sobre a qualidade de silagem e perda de matéria seca durante a ensilagem de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-mg, v. 1, n. 29, 2000.

PERAZZO, A. F. *et al.* Agronomic Evaluation of Sorghum Hybrids for Silage Production Cultivated in Semiarid Conditions. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. June, 2017.

PINHO, R. M. A. *et al.* Sorghum cultivars of diferente purposes silage. **Ciência Rural**, v. 45, n. 2, p. 298-303, 2015.

RAMOS, C. L. *et al.* **Diversity of bacteria and yeast in the naturally fermented cotton seed and rice beverage produced by Brazilian Amerindians.** Food Microbiology, v. 28, n. 7, p. 1380-1386, 2011.

RIBAS, P.M. **Sorgo: introdução e importância econômica.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p.14, 2003.

RIBEIRO, L.S.O.*et al.* Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia ou hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-mg, v. 39, n. 9, p. 1911-1918, 2010.

RODRIGUES, P.H.M. *et al.* Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição-bromatológica e perfil fermentativo da silagem de sorgo produzida em silos experimentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n. 6, 2002.

ROGERS, G. M.; POORE, M. H.; PASCHAL, J. C. **Feeding cotton products to cattle.** **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, v. 18, n. 2, p. 267-294, 2002.

SANTOS, A. P. M. *et al.* Effects of urea addition on the fermentation of sorghum (*Sorghum bicolor*) silage. **African Journal of Range and Forage Science**, v. 35, n. 1, 2018.

SANTOS, E. M; ZANINE, A.M. **Silagem de gramíneas tropicais**. Colloquium Agrariae, Presidente Prudente -SP, v. 2, n. 1, p.32-45, 2006.

SILVA, A.V.*et al.* Composição Bromatológica e Digestibilidade in Vitro da Matéria Seca de Silagens de Milho e Sorgo Tratadas com Inoculantes Microbianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 34, n. 6, p.1881-1890, 2005.

SILVA, R. V. M. M. *et al.* Cottonseed cake in substitution of soybean meal in diets for finishing lambs. **Small Ruminant Research**, v. 137, p. 183–188, 2016.

SILVA, T. C. *et al.* **Importance of the Fermentation to Produce High-Quality Silage**. Fermentation Processes. [S.l.]: InTech, 2017. p. 1–20. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/advances-in-silage-production-and-utilization>. Acesso em 08 de agosto de 2019.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS.**SAS user's guide**: statistics, version 9,0. Cary, NC, USA: SAS Institute inc., 2002.

SIQUEIRA, G.R. *et al.* Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2000-2009, 2007.

TAYLOR, C.C.; KUNG JR., L. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. **Journal of Dairy Science**, v.85, p. 1526-1532, 2002.

VIANA, P. T. *et al.* Losses and nutritional value of elephant grass silage with inclusion levels of cottonseed meal. Acta Scientiarum. **Animal Sciences**, v. 35, n. 2, p. 139–144, 2013.

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídeos em rações**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1980.

WILKINSON, J. M.; DAVIES, D. R. The aerobic stability of silage: Key findings and recent developments. **Grass and Forage Science**, v. 68, n. 1, p. 1-19, 2013.

ZANINE, A.M. *et al.* Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, 2010.